



**CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES
SUR L'APPLICATION DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNIQUE
DANS L'INTÉRÊT DES RÉGIONS PEU DÉVELOPPÉES**

E/CONF.39/D/97

19 Oct.1962

ORIGINAL : FRANCAIS

Point de l'ordre du jour : D.14

France

**LES MACHINES POUR LA FABRICATION
DES MATERIAUX DE CONSTRUCTION :
LEUR ADAPTATION AUX BESOINS DES PAYS
EN COURS DE DEVELOPPEMENT**

Par E. C. BLANC,
Ingénieur, Président du Groupe
"Préparation Mécanique" au Syndicat National
des Matériels d'Equipement M. T. P. S.

Les mémoires rédigés à l'intention de la Conférence des Nations Unies sur l'application de la science et de la technique dans l'intérêt des régions peu développées sont des documents de travail. Ils sont publiés tels qu'ils ont été présentés et les assertions et opinions qu'ils contiennent sont celles de leurs auteurs.

NOTES

1. Les mémoires choisis pour être présentés en séance générale pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

2. Les mémoires choisis pour être présentés en séance spéciale pourront être obtenus à la Conférence dans l'une seulement de ces langues officielles.

3. Les résumés qui ont été rédigés pour tous les mémoires par les auteurs de ceux-ci pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

4. Préalablement à la Conférence, les mémoires et les résumés ne feront pas l'objet d'une distribution générale mais d'un tirage restreint destiné aux délégations des gouvernements et autres participants officiels. La publication et la distribution générale des actes de la Conférence s'effectueront conformément aux règles et pratiques agréées par le Comité des publications des Nations Unies.

LES MACHINES POUR LA FABRICATION DES MATERIAUX
DE CONSTRUCTION : LEUR ADAPTATION AUX BESOINS
DES PAYS EN COURS DE DEVELOPPEMENT

Par E.C. BLANC, Ingénieur, Président du Groupe
"Préparation Mécanique" au Syndicat National
des Matériels d'Equipement M.T.P.S.

1. Dans l'établissement de l'infra-structure d'un pays, la construction joue un très grand rôle, qu'il s'agisse de l'habitat, des édifices publics, de bâtiments industriels ou commerciaux, des voies de communication, ou des ouvrages d'art de toutes natures tels que ports, barrages, canaux d'irrigation, tunnels, viaducs, etc.
2. A la base de tous ces travaux de construction, il y a l'approvisionnement et la préparation des matériaux dont la caractéristique commune est d'être pondéreux, et par conséquent coûteux à transporter.
3. La condition première sera donc d'utiliser, dans toute la mesure du possible, des matériaux extraits et préparés sur place.
4. Quelle que soit la nature des ouvrages envisagés, il y aura deux grandes classes de matériaux à mettre en oeuvre : les agrégats et les liants.
5. Les agrégats pourront être, selon la nature géologique des terrains avoisinants :
 - 1 - soit des roches extraites de carrières (pierres de taille moellons, pavés, pierres concassées, gravillons, sables de broyage

- ii - soit des matériaux en provenance de dépôts alluvionnaires: galets, graviers et sables naturels
 - iii - soit, enfin, des terres argileuses susceptibles de durcir par séchage ou par cuisson (fabrication de briques, tuiles, poteries, etc.
- 6. Les liants, destinés à donner cohésion aux éléments précédents, sont :
 - i - soit des produits bitumeux ou hydro-carbonés utilisés pour l'établissement des routes et des pistes d'envol, ainsi que pour les revêtements d'étanchéité
 - ii - soit des liants hydrauliques (chaux, ciment, plâtre, matières pouzzolaniques).
- 7. Notre intention n'est pas de rappeler tous les procédés de fabrication connus, ni de décrire par le détail toutes les machines propres à l'obtention des divers genres de matériaux de construction.
- 8. Nous nous bornerons à mettre en relief ce qu'il peut y avoir de très particulier, pour ce qui concerne chaque branche d'industrie, dans le cas des pays de développement industriel récent, et dans quelle voie peuvent être recherchées des solutions à la fois techniquement évoluées et économiquement réalisables.

A - Préparation des agrégats

- 9. Il y a deux grandes catégories d'agrégats : ceux provenant de l'exploitation de dépôts alluvionnaires et ceux provenant de l'exploitation de carrières.
- 10. Accessoirement, on peut avoir dans certains cas la possibilité d'utiliser des produits secondaires tels que des roches stériles rejetées par des travaux miniers, ou encore des scories de fours métallurgiques. Enfin, il est possible de faire figurer dans cette rubrique les fibres d'amiante (fabrication de produits en amiante ciment), ainsi que des fibres végétales diverses entrant dans la composition de panneaux moulés.
- 11. Mais la consommation principale concerne les matériaux naturels, et de préférence, si on peut en disposer, les matériaux alluvionnaires, car ils sont les plus faciles à extraire et à préparer. Cependant, les dépôts de sables, graviers et cailloux naturels sont rarement en condition d'être utilisés tels quels. Ils ont généralement besoin d'être lavés, classés et parfois corrigés, soit en éliminant un excès d'éléments fins, soit au contraire en concassant ou broyant les trop gros éléments, en vue d'obtenir exactement la granulométrie désirée.
- 12. Il existe pour tout cela des machines relativement simples et d'emploi facile. Le problème n'est pas tellement de se les procurer, que de les choisir rationnellement en vue du travail à effectuer. Chaque gisement présente en effet ses caractères particuliers. Une prospection rationnelle est à effectuer. Des

prélèvements méthodiques permettront de soumettre au constructeur des machines un échantillonnage aussi représentatif que possible des produits à traiter. Une définition précise des produits à obtenir est non moins indispensable. La communication des cahiers des charges, lorsqu'ils existent, peut y aider. Beaucoup de mécomptes et d'échecs résultent de problèmes mal posés. Chaque cas d'application doit être considéré comme cas d'espèce et traité comme tel. Il n'y a pas, dans ce domaine, de machines universelles. Il en sera exactement de même pour ce qui concerne les produits de carrières. Il ne faut pas hésiter à recourir aux services d'un géologue local toutes les fois où l'importance de l'affaire ne justifie pas que, en dépit de l'éloignement, le fabricant responsable des machines se rende lui-même sur place.

13. Les exploitations de carrières ou de gravières peuvent se concevoir, soit à titre permanent soit à titre temporaire.
14. Le premier cas sera celui de gisements placés à côté d'une agglomération en cours d'expansion, ou le long d'un ouvrage (route ou voie ferrée) nécessitant un entretien périodique régulier. On a alors recours à des installations fixes, plus ou moins importantes et plus ou moins compliquées selon les productions à obtenir.
15. Le second cas est celui d'ouvrages nécessitant pendant une période de courte durée (quelques mois ou au maximum quelques années) un afflux important de matériaux. Pour la construction d'un barrage, d'une route, d'une voie ferrée, on pourra ainsi avoir à ouvrir les exploitations temporaires, parfois avec de très grosses productions journalières, mais dont le débouché disparaîtra avec la terminaison du chantier. On équipe alors ces exploitations avec des matériels mobiles ou semi-mobiles.
16. Il existe, pour tous ces travaux, des gammes très complètes de machines de conception et de tailles très variées, généralement parfaitement au point et bien adaptées aux travaux sur les chantiers, même avec des personnels peu qualifiés et sous des climats rigoureux. La difficulté réside beaucoup plus, nous le répétons encore, dans le choix des types et combinaisons d'appareils appropriés à la nature des produits à traiter et au genre de travail à effectuer, que dans le choix d'une marque.
17. Le travail des machines en carrière, et spécialement celui des appareils de concassage et de broyage, est toujours brutal et pénible. Ces machines nécessitent beaucoup d'entretien. Il ne faut donc pas les mettre en oeuvre sans s'être assuré de l'approvisionnement régulier en pièces d'usure, ni de la disponibilité d'un stock de sécurité des pièces de rechange les plus courantes. A possibilités de service sensiblement égales, il faudra toujours donner la préférence aux machines de la conception mécanique la plus simple, car les démontages et les réparations loin de tout centre industriel posent toujours de graves problèmes. Il faut en tout cas se limiter au choix de machines déjà longuement éprouvées et bien mises au point. Sous prétexte de bénéficier des tout derniers progrès de la technique, certains utilisateurs se laissent convaincre d'expérimenter des prototypes. Ce n'est pas une chose à faire lorsqu'on est installé à plusieurs milliers de kilomètres des usines du

constructeur de ces prototypes. Mieux vaut se contenter de techniques peut-être moins avancées, mais ayant fait leurs preuves.

B - Fabrication d'agglomérés et de produits en béton

18. A partir des agrégats extraits et préparés sur place et d'un liant approprié, on peut fabriquer des éléments de construction normalisés tels que parpaings, panneaux moulés, dalles et bordures, poutres pré-fabriquées, poteaux, bassins, réservoirs, tuyaux, éléments de couverture, etc.
19. Ces fabrications peuvent se réaliser au moyen de machines relativement simples et faciles à conduire. Elles ne nécessitent pas (sauf pour ce qui concerne les produits en amiante-ciment) de très gros investissements. La seule condition est de disposer de matières premières de qualité convenable, ciment de bonne résistance, et agrégats très soigneusement préparés. Un minimum de méthode et de soin dans la fabrication permet alors d'obtenir d'excellents produits. Ces fabrications sont d'autant plus précieuses qu'elles permettent de suppléer, dans une large mesure, à la cherté des produits métallurgiques qui dans les pays neufs sont très fréquemment des produits d'importation.
20. En fait, on peut dire qu'il n'y a pas de différence entre les possibilités d'implantation de la fabrication des produits en béton dans les pays en cours de développement, et dans les pays déjà industrialisés. Les matériels sont les mêmes, l'économie comparable, qu'il s'agisse de petites ou de grandes productions, chaque installation pouvant être exactement conçue en fonction des besoins à satisfaire.
21. Cela pourra aller de la petite fabrication semi-artisanale de parpaings, poteaux, panneaux de clôture, évier ou abreuvoir pour le bétail, jusqu'à l'usine à tuyaux frettés destinés à l'équipement d'un aqueduc de plusieurs centaines de kilomètres ou à l'usine de fabrication de traverses de chemin de fer pour une voie ferrée en cours de construction, ou encore de poteaux armés pour une ligne électrique.
22. L'emploi des techniques les plus évoluées telle que la vibration, la centrifugation et la précontrainte, peut être envisagé sous la réserve que le ou les ouvrages à construire représentent un marché suffisant et que l'approvisionnement en matières premières convenables soit assuré. C'est à l'entreprise responsable des travaux d'en juger pour chacun des cas.

C - Fabrication des produits en terre-cuite (briques, tuiles, céramiques)

23. Ici, plus encore peut-être que pour les autres matériaux de construction, les possibilités sont commandées par la géologie. Une étude préalable des gisements de terres argileuses est indispensable, tant du point de vue qualité que du point de vue quantité, avant d'entreprendre des investissements.
24. Selon la qualité des argiles disponibles, on pourra envisager la fabrication de produits nobles : tuiles, carreaux, poteries. Ou bien devra-t-on s'en tenir aux produits moyens, obtenus par

filage (presses-filières ordinaires ou à desaération sous vide tels que briques creuses, hourdis, buses, etc. Ou enfin, se limiter à la fabrication de produits pressés en terre franche, c'est-à-dire des briques ordinaires.

25. Dans tous les cas, la préparation de la matière première (argile et matériaux de charge) a une importance primordiale sur la régularité des fabrications. Les fours de cuisson représentent la moitié ou plus du montant de l'investissement, et doivent naturellement être établis avec soin.
26. Actuellement le chauffage au fuel oil est très au point, et étant donné la maniabilité de ce combustible, il y a intérêt à le prévoir, sauf dans les cas, qui restent très exceptionnels, où on trouve un charbon de qualité appropriée sur place.
27. La rentabilité des briqueries et tuileries est très variable. Elle pourra être satisfaisante dans les régions ne disposant absolument pas de pierres ni de ciment. Mais elle sera beaucoup plus difficile à assurer si les produits en terre cuite doivent entrer en compétition avec des produits en ciment moulé fabriqués sur place.

D - Fabrication des liants hydrauliques

28. La chaux et le plâtre sont relativement faciles à fabriquer sous réserve, bien entendu, de disposer de matières premières correspondantes, calcaire ou gypse, qui sont assez communément répandues sur la surface du globe. Il faut noter cependant que tous les calcaires ne se prêtent pas à la fabrication de chaux convenables pour la construction, et que, étant donné la simplicité des moyens mise en oeuvre, aucune correction de la composition des matières premières n'est possible.
29. Sous réserve donc de disposer de matières premières convenables, la fabrication de la chaux et du plâtre est toujours possible sur le plan local, en utilisant tous combustibles disponibles : bois, charbon de bois, houille ou coke, et en mettant en oeuvre des installations relativement simples.
30. Mais les produits obtenus sont utilisables seulement pour la construction légère. La réalisation d'ouvrages de quelque importance nécessite la mise en oeuvre de ciment.
31. La fabrication du ciment Portland artificiel atteint dans les pays industrialisés un haut degré de perfectionnement et nécessite des investissements considérables. Sous l'empire de la concurrence, les prix de revient les plus bas ont été recherchés. Ils s'obtiennent à partir d'unités de production de plus en plus puissantes (1000 tonnes par jour ou plus) de plus en plus automatisées, de plus en plus économiques en combustible et en force motrice.
32. Sauf situation exceptionnelle, de telles unités ne peuvent se justifier dans les pays en début de développement, car leur production n'y trouverait pas de débouchés suffisants, du moins dans un rayon économique accessible.

Par contre, il existe de très bonnes possibilités de production à partir d'unités réduites et simplifiées qu'on pourrait normalement passer à 100 t/ jour par exemple. Ces unités seront équipées d'un four rotatif du plus petit modèle, dont la conduite est beaucoup plus facile et qui se prête mieux au traitement de matières premières de qualité variable et incertaine, que les fours à cuve verticaux qui ont été parfois préconisés pour des cas semblables.

34. Pour la même raison de facilité de conduite et de régularité dans la qualité produite, on préférera la voie humide à la voie sèche et ceci, malgré la consommation de combustible un peu plus élevée (environ 20 % en plus). Enfin, sauf présence sur place d'un gisement de charbon de qualité appropriée, toutes les fois où le combustible devra être importé, il devra l'être sous forme de fuel oil qui, à puissance calorifique égale, pèse 2,2 fois moins que la houille, est plus facile à manutentionner, et ne nécessite aucune préparation particulière sur place (tandis que les combustibles solides doivent être stockés, analysés, mélangés, séchés et pulvérisés).
35. On peut estimer à environ 12 tonnes de fuel oil ou à 26 tonnes de charbon la consommation journalière d'une usine de 100t/24 heures.
36. La production d'une telle usine qui sera de l'ordre de 25.000t/an, peut s'écouler dans un rayon raisonnable, et il est hautement préférable de répartir plusieurs usines de ce type en divers points de la surface d'un pays très étendu, à faible densité de consommation et disposant de peu de moyens de communication, plutôt que de construire une seule grande usine, aussi moderne soit-elle.
37. Comme dans les pays en début de développement la voie d'eau reste le moyen de transport le plus économique, sinon le seul disponible, il sera préférable d'implanter les usines à ciment au bord de la mer ou sur la rive d'un fleuve.
38. Au fur et à mesure que les besoins croîtront, il sera facile de multiplier le nombre des unités de production, puis de les remplacer par des unités plus puissantes, donc plus économiques.
39. Mais pour l'immédiat, il est inutile de viser à un prix de production comparable à celui des usines des pays très industrialisés, car du fait de l'importance considérable du coût des transports, la production locale restera dans tous les cas compétitive.
40. Une amélioration très nette des conditions de production peut être obtenue si, par chance, on dispose sur place de matières pouzzolaniques, ce qui sera le cas dans la plupart des régions volcaniques. Il suffit en effet de sécher et de broyer ces matières qui, mélangées au ciment, peuvent permettre, toutes choses égales d'ailleurs, de doubler le tonnage produit, sans altérer la qualité. La possibilité de production de ciments pouzzolaniques est donc à considérer avec intérêt.
41. Une autre possibilité à considérer est celle de l'érection, à titre de premier investissement, d'usines de broyage de clinker. Le transport à longue distance du clinker, c'est-à-dire

du ciment brut tel qu'il sort du four de cuisson, est en effet beaucoup moins onéreux que celui du ciment broyé. Il peut s'expédier en vrac, sans aucune précaution spéciale, et ne craint ni les intempéries ni les altérations en cours de route.

42. Lorsqu'on peut s'assurer une source d'approvisionnement régulière en clinker, soit dans le pays même, soit outre-mer, l'édification d'une usine de broyage dans chaque centre de lieux d'emploi pourra constituer une première étape, ou même une étape définitive de l'industrialisation. Ceci sera d'autant plus valable si on peut disposer sur place de matières pouzzolaniques d'addition.
43. On cite même le cas d'ateliers de broyage de clinker implantés dans une région volcanique, et pour lesquels la pouzzolane constitue à la fois la matière d'échange et le frêt en retour avec l'usine d'outre-mer qui leur envoie le clinker.

E - Conclusions

44. La technique, dans les pays qui sont actuellement très industrialisés, a passé par diverses phases. Son histoire marque une évolution lente d'abord, puis de plus en plus rapide, en fonction des conditions ambiantes : état des connaissances, matières premières disponibles, qualification de la main d'oeuvre et des cadres, densité des besoins solvables, importance des disponibilités à investir.
45. Les pays en cours de développement ont un retard plus ou moins grand à rattraper. Est-ce dire qu'ils doivent passer par toutes les étapes qui ont marqué l'évolution des anciens pays ? Certainement pas. Mais ils ne peuvent non plus toutes les franchir d'un seul coup.
46. Dans le cas de la production des matériaux de construction, qui nous occupe ici, il faut en première étape viser à obtenir des produits de bonne qualité, car rien n'est plus désastreux que d'édifier à grands frais des ouvrages susceptibles d'une détérioration rapide, voire d'un effondrement.
47. Dans les pays industriels, la qualité se conjugue au bas prix grâce à la production de masse. Tant que celle-ci ne peut être atteinte, faute d'une densité de consommation suffisante c'est, sans hésitation, le prix de revient qu'il faut sacrifier à la qualité. La seule limite est la comparaison avec le prix des produits importés rendus sur place. Mais, nous croyons l'avoir suffisamment souligné, pour des produits pondéreux tels les matériaux de construction de base (agréats et liants) il existe une telle marge que, dans la majorité des cas, une fabrication sur place sera rentable, même et surtout si elle est de haute qualité.

993 F - Oct. 1962 - 1,000